実空間と仮想空間を移動する擬人化エージェントを用いた複合機の機能説明

栢野航[†1]，大澤博隆[†2]，遠藤航[†3†4]，丹波正登[†3]，
守谷友里[†3]，結城明[†3]，長野正[†3]

概要：いくつかの機能を持つ複合機を使用する際、ユーザは実空間上で行う操作と抽象的な操作を関連させながら理解しなければいけない。本研究では、実空間と仮想空間を連続した空間としてユーザに感じさせる Blended Reality 手法を用いて、実空間と仮想空間を自由に行き来して複合機の機能を説明する擬人化エージェントを作成した。エージェントがディスプレイ内に表示されている際は目、腕デバイスを収納して隠し、実世界空間へエージェントが移動する際はディスプレイから目、腕デバイスが飛び出す。この演出によって Blended Reality を用いたエージェントによる機能説明を実現している。擬人化エージェントの適用によりユーザは、実空間と仮想空間上で行われる複合機の操作をより理解しやすくなると期待できる。

Instructing Multi-Function Printer using Anthropomorphic Agent over Real-world and Screen

WATARU KAYANO[†1] HIROTAKA OSAWA[†2] WATARU ENDO[†3†4]
MASATO TAMBA[†3] YURI MORITANI[†3] AKIRA YUKI[†3]
TADASHI NAGANO[†3]

Abstract: Multi-Function Printer (MFP) which combine printer, copy machine, and FAX, enforce user to learn both manipulation in the real-world and abstract representation in virtual world simultaneously. We propose to use Blended Reality method that directs mixture of real-world and virtual-world representations, for instruction of MFP. Users interact with a transborder agent and learn how to use MFP with it. The agent hides its real eyes and arms when it is on screen, and extend them in the real-world mode. This transitional expression supports users understanding for manipulation of MFP.

はじめに

技術の発達に伴い、様々な機器の共有機能を複合した機器が家電機器にも事務機器にも登場してきている。単機能な製品ではなく、いくつかの機能をそなえた機器の場合には、単機能の機器に比べて、ユーザが理解しなければならないことが多くなる。例えば最新の電子レンジは、従来であれば別々の機器に分かれていたオーブン機能やスチーム機能を備えている。あたため方にもスチーム、グリル、オーブン、レンジ機能といった様々な手法があり、使い分けるにはそれぞれの機能を理解し操作法を知っておく必要がある。また、複合機(Multi-Function Printer。以下、MFP)は、プリンタ、コピー、スキャン、FAX 等の機能を持ち合わせた事務機器である。最新のものでは、コピーを 1 枚とるにあたっても何通りもの方法があり、多くの中から選んで設定する必要がある。コピーした後に目的のものとは違うものが印刷されてしまい、ユーザがやり直しを要請されることもある。また、MFP はコピー用紙をセットすることや、トナーの交換、紙詰まりからの復旧等をする際に機器のあらゆる場所を開けて操作をしなければならない。

ユーザへの指示をわかりやすく伝える手段として、ロボットを用いた実世界空間上でのエージェントや CG アニメーションを用いた仮想空間上でのエージェントに関する研究が行われている[1] [2][3]。特に、Blended Reality の手法を用いて実空間と仮想空間を自由に行き来するエージェントは理解促進のために有効である[4] [5] 。Huynh らは、「Blended Reality とは、実世界空間と仮想空間がひとつの空間となり、ユーザと実世界物体が仮想物体と直接物理自然法則を伴ったインタラクションを行える手法である。」と述べている[4]。

本研究では、Blended Reality 手法を複雑な機器の機能説明に応用する。複雑な機器の一例として MFP を用いる。

†1 筑波大学工学システム学類
Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba
†2 筑波大学システム情報系
Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba
†3 京セラドキュメントソリューションズ株式会社
KYOCERA Document Solutions Inc.
†4 北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
School of Information Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

MFP はプリンタ、コピー、スキャン、FAX 等の機能を持ち合わせた事務機器である。コピーに関連する項目に限定しても、約 250 程度の設定可能な項目が存在している。設定によっては期待した印字と異なる結果になることもある。また、用紙切れやトナー交換、用紙詰まりが発生すると復旧のために本体カバー内の操作をすることになる。複雑で分かりにくい操作を補うために、MFP を扱う各社は取扱説明書やクイックスタートガイドなどを提供している。また、コンビニエンスストアに導入される MFP は、単純なコピー機能と数個のサービスを提供するボタンのみの簡易なユーザインターフェースに差し替えているところもある。しかし、原稿の置き方の間違えや、トナー交換法の間違えなど、画面上のユーザインタフェースの簡易化だけでは対応できない操作ミスが起きており、MFP が利用される現場では、注意書きのシールを貼る等の対策がなされていることも多い。また MFP は機器自体が大きく、各機能に応じて操作をする箇所が異なるため、目標のポイントへユーザの視線を誘導し説明することが難しい。実世界空間上で物の指示を行う場合、実世界上のエージェントが指示する方が CG のエージェントを用いるよりも有効であるという結果が報告されている[3]。

本研究では、仮想空間と実世界空間を横断する MFP とユーザのインタラクションに着目して、実世界空間にいるエージェントが擬人化ロボットの目と腕を使って MFP の各場所をポインティングする動作について論じる。エージェントがディスプレイ上に表示されている場合は、ディスプレイ背面にロボットデバイスを収納する。また、実世界空間でのエージェントは、ディスプレイ上のエージェントがディスプレイから飛び出した後に擬人化パーツが出現する仕組みで Blended Reality を実現する(図 1)。

図 1　MFP 上のエージェントのイメージ

Figure 1　Blended Reality Agent in MFP

1. 情報提示に関する関連研究

1.1 実世界と仮想空間のエージェントの比較

Shinozawa らは、実世界空間ではロボット、仮想空間では CG で実現された同じキャラクタ表現を持つエージェントを作成し、3 次元空間と 2 次元空間それぞれの空間における二つのエージェントの効果を比較した[3]。3 次元空間における物体の指示は 2 次元エージェントより 3 次元エージェントが有効であり、2 次元空間での指示は、2 次元エージェントを用いるほうが有効であることを明らかにしている。本研究では、機器の機能を説明する際にコンテンツの次元に合わせて、エージェントの次元の移動が可能であるため、より良いインタラクションを生むと考えられる。

1.2 Blended Reality

Robert らは、Blended Reality を用いたキャラクタ、Alphabot を子供たちに触れさせる実験を行った[5]。Alphabot は、ディスプレイ上を CG によって自由に移動し、さらにディスプレイから実世界へ自然に行き来することが可能である。実験は、Alphabot がディスプレイ内のみを移動する場合と、実世界空間とディスプレイとを行き来する場合を比較している。子供たちにとっては後者の方がエージェントに深く没頭できることが確認されている。

Kanai らは、Blended Reality 手法を用いて、目と腕のついた擬人化ロボットエージェント BReA を作成した。商品の説明を行う実験を BReA を用いて行っている[6]。実験の結果として、ユーザの多くは仮想空間での BReA とのコミュニケーションが実世界空間で行われているように感じると述べている。しかし、実世界空間上の BReA は、正確なポインティングが出来なかったため実世界空間の物体を認識させることが出来なかったようである。

本研究では、正確な指示ができる擬人化ロボットデバイスを MFP 上で試作する。仮想空間上で説明を行ったエージェントが、実世界空間でも同じモダリティで指示することによって、ユーザに対し実空間上と仮想空間上の指示を関連して理解させることが可能になると考えられる。

2. MFP システム

2.1 MFP とは何か

MFP は大きくコピー、プリンタ、スキャナ、FAX の 4 機能を統合した事務機器である。図 2 に MFP の全体像（構成）を示す。MFP は、原稿読み取り装置やネットワーク経由でドキュメントを受け取り、指示された機能と設定を適用して処理を行う。コピー、プリンタ、スキャナ、FAX の 4 機能はイメージ処理など共通化可能な処理があり、機能毎に共用化されていることが一般的である。

MFP には、ユーザが扱う物理的なインタフェースが多数ある。良く扱われる部分としては、操作パネル、原稿読み取り装置、ペーパーフィーダ、排紙トレイなどである。まれに触る箇所としては、トナー交換時に扱う前面カバーとトナーボトル、はがきや封筒等へ印字する時に用いる手差しトレイ、ペーパージャムを起こした時に開けられる用紙搬送路部、廃トナーボックスなどがある。

図 2　代表的な MFP

Figure 2　Example of MFP.

図 3 は MFP におけるデータフローの概略図である。ネットワーク、USB 等のストレージ、スキャナ読み込み、FAX 受信などから入力されたデータは、それらを扱うインタフェース部を経由して MFP の制御ソフトへ送られる。ユーザが行った操作や入力されたデータに付随する情報などから MFP は、実行する処理を決定し、画像処理部へ処理を進める。画像処理部は、ソフトウェア及びハードウェアで設定された情報に基づいて画像処理を行う。その後、コピーや印刷であれば電子写真プロセスを介して印字される。ストレージへの書き込み、ネットワーク送信、FAX 送信などではインタフェース部において処理される。
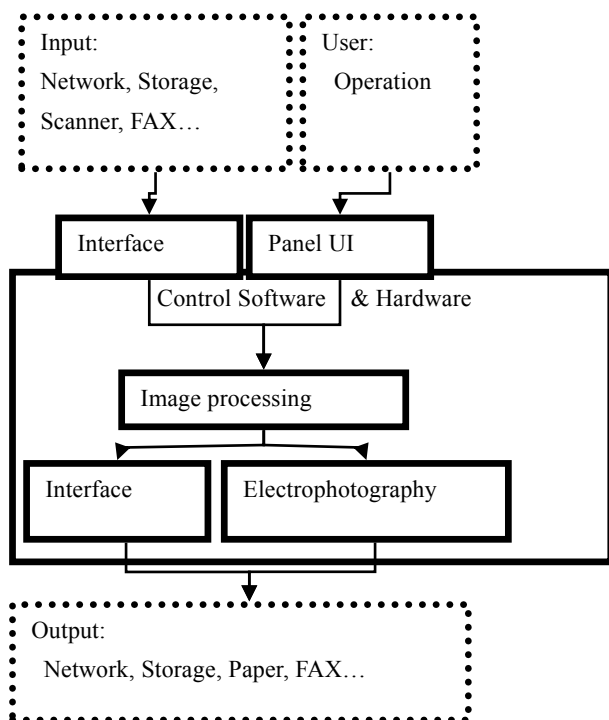
図 3　MFP のデータフロー

Figure 3　Dataflow of MFP.

2.2 複雑化する MFP とその課題

MFP は、1 分間当たりの印刷枚数(以降 ppm)や扱える最大用紙サイズ、印字がカラーかモノクロかで分類される。ppm が大きいほどハイエンド機と呼ばれ、多機能でリッチなハードウェアを持つことが多い。ppm が小さいものはローエンド機と呼ばれ、機能が限定されている。本体に搭載される表示デバイスも LCD 等であることが多いが、近年はカラータッチパネルを備えるものも増えてきている。カラータッチパネルの搭載は iPhone・Android を始めとするスマートフォンにおいて、多くのユーザに受け入れられ、先進国・発展途上国を問わず普及しているトレンドに追従したものである。それに伴い、グラフィカルな表現を実現できるハードウェアを備える機種が増えており、動画再生などのリッチなユーザインタフェースを実現する環境が整いつつある。一方でハードウェアキーボードに対する要求もあり、タッチパネルの周囲に物理的なボタンを数多く備える機種も多い。

このユーザインタフェースの例にみられるように、MFP はユーザからの要望を多く受け入れて機能が追加される傾向が見られ、機能の多機能化と複雑化を招いている。

3. Copit システム

3.1 ハードウェア

本研究では、ハイエンド A3 カラーMFP に分類される TASKalfa 7551ci を使用した。この MFP における外見的な特徴は MFP 筐体から離れた位置に大型のカラータッチパネル(10.1 インチ 解像度 800x480)を備えていることにある。また、タッチパネルの下部にハードウェアキーボードが配置されている。

本研究では、このカラータッチパネルに擬人化パーツを装着し、擬人化エージェントを実現する Copit システムを試作する (図 1)。この擬人化エージェントは Blended Reality Agent として MFP の中に入り込み、MFP の機能説明を行う。TASKalfa 7551ci は、タッチパネルが筐体と離れた空中に存在することから、本手法の効果が高いものと期待される。

一方でタッチパネルは筐体とアームで接続されており、完全に独立しているわけではない。このことから直接擬人化法が適用できる範囲であると考えられる。これらの点は従来の擬人化エージェントで得られなかった効果をもたらすものとして期待される。

次に、設計した目を図 4 に示す。外装は 3D プリンタで造形しており素材はポリカーボネート樹脂である。このデバイスは、薄型に設計されているため機器の背面に省スペースで設置することが出来る。ディスプレイの周りを楕円形の枠で覆うことによって四角いディスプレイの四隅が隠れ、生物性のある目の形状に近づけた。
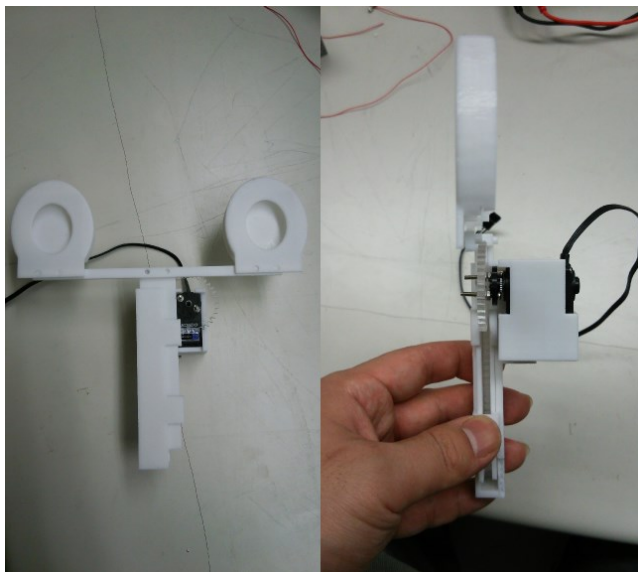
図 4　変形目ロボット

Figure 4　Morphing Eye Parts

設計した腕が図 5 である。外装は目と同様に 3D プリンタで造形しており素材はポリカーボネート樹脂である。小さなモータでも動かせるように軽量化されている。腕の内部に釣り糸を入れ、引くことで腕を曲げる機構を採用した。多関節にすることによって短い腕でも高角度に曲げることが可能となっており、大きく曲げると丸くなるのでディスプレイの背面に腕を収納する際にスペースを効率よく使用することが出来る。

図 5　変形腕ロボット

Figure 5　Morphing Arm Parts

3.2 ソフトウェアモジュール

MFP 内のソフトウェアモジュール間のつながりを示すフローを図 6 に示す。タッチパネルに装着された擬人化パーツは USB で MFP と接続され通信を行う。擬人化パーツから得られる情報、MFP の状態、パネル UI から得られるキー入力やタッチ情報は、MFP のコントローラソフトウェア内の Copit 制御部へ送られる。Copit 制御部は、現在の状況を認識しながら擬人化エージェントの振る舞いを制御する。
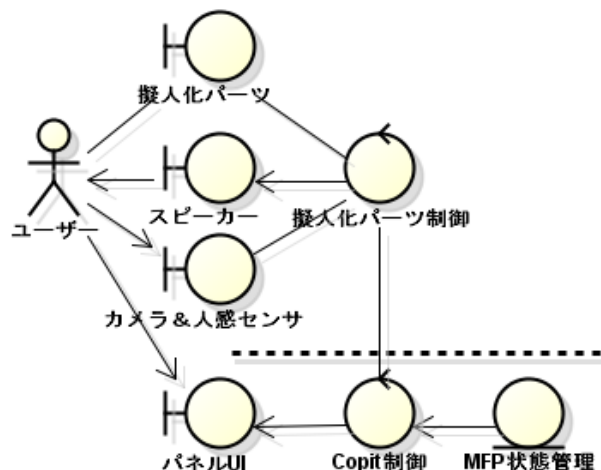
図 6　モジュールの接続

Figure 6　Connections of modules

3.3 ユースケースの実装

本研究では、2 つのユースケースを実装する。ユーザを機能説明に誘導させるための“ユーザ引き寄せ”と、具体的な機能説明例としての“トナー交換”である。

“ユーザ引き寄せ”ユースケースは、MFP が節電モードに入っている状態で、MFP へ近づいてくるユーザに対して、擬人化エージェントがインタラクションするものである。MFP が節電モードにある時、擬人化エージェントは MFP が節電モードであることを示す状態表現として、まどろんでいるような振る舞いをする。この表現によって、ユーザは MFP が節電モードにあることを遠くからでも知ることができる。MFP の前にユーザが滞在すると擬人化エージェントとのインタラクションが始まる。ユーザが MFP を利用したいと判断する場合、擬人化エージェントは MFP を節電モードから復帰させる。擬人化パーツを収納し、通常の MFP の形に戻し、MFP としてのサービスを提供する。

“トナー交換”ユースケースは、トナーが切れた場合の擬人化エージェントとユーザのインタラクションに関連した動作シナリオである。通常、トナー切れの場合、次のユーザが MFP を利用しようとした際にトナー切れに気づくケ

ースが多い。本シナリオは、トナーが切れたことを周囲にアピールするところからユーザとのインタラクションを開始する。また、MFP のカバーを開け、トナーボックスを交換する作業に抵抗感を示すユーザも多い。擬人化エージェントが本体カバーを直接指し示す行為と Blended Reality Agent によるユーザへの説明によって実世界上の操作と仮想空間上の操作を関連させてユーザに伝える。

4. 結論

実世界空間でエージェントが MFP の各場所を目と腕を使ってポインティングを行う擬人化ロボットデバイスを開発した。エージェントがディスプレイ上に表示されている場合は、ディスプレイ背面にロボットデバイスを収納し、実世界空間でのエージェントはディスプレイ上のエージェントがディスプレイから飛び出す演出を行いロボットデバイスが出現することで Blended Reality を表現した。本論文は、MFP のディスプレイを利用した Blended Reality を実現するために、ハードウェアとソフトウェアの構成や仕組みについて論じている。今後の活動として、作成したシナリオのユースケースを基にして MFP における擬人化エージェントの有効性を検証する。

5. 謝辞

本研究は京セラドキュメントソリューションズ株式会社の補助を受け行われました。

参考文献

[1] J. Cassell, “Embodied conversational interface agents,” *Communications of the ACM*, vol. 43. pp. 70–78, 2000.

[2] T. Voisin, H. Osawa, and M. Imai, “Between Real-World and Virtual Agents : the Disembodied Robot,” in *International conference on Human-robot interaction*, 2011, pp. 281–282.

[3] K. Shinozawa and F. Naya, “Differences in Effect of Robot and Screen Agent Recommendations on Human,” *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 62, pp. 267–279, 2005.

[4] D. F. Huynh, Y. Xu, and S. Wang, “Exploring user experience in ‘blended reality,’” in *CHI ’06 extended abstracts on Human factors in computing systems - CHI EA '06*, 2006, p. 893.

[5] D. Robert and C. Breazeal, “Blended reality characters,” in *ACM/IEEE international conference on Human-Robot Interaction*, 2012, pp. 359–366.

[6] Y. Kanai, H. Osawa, and M. Imai, “BReA : Potentials in Combining Reality and Virtual Communications with Blended Reality Agent,” in *IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 2013, pp. 605–609.